

Вывод по влиянию содержания воздуха в рабочей камере. При большем содержании воздуха кривая давления в рабочей камере нарастает плавно и практически без колебаний.

Влияние давления нагнетания

На рис. 7 показан график для $V_{рк} = 20 \text{ см}^3$; $V_{пк} = 4 \text{ см}^3$; $P_{ном} = 6,3 \text{ МПа}$; $m = 0,05$; $n = 1200 \text{ об/мин}$, 1 – кривая давления в предкамере; 2 – кривая давления в рабочей камере.

Градиент нарастания давления:

$$B = \frac{(6,3 - 0,2) \text{ МПа}}{0,1 \text{ рад}} = 61 \text{ МПа/рад.}$$

На рис. 8 показан график для $V_{рк} = 20 \text{ см}^3$; $V_{пк} = 4 \text{ см}^3$; $P_{ном} = 2 \text{ МПа}$; $m = 0,05$; $n = 1450 \text{ об/мин}$, 1 – кривая давления в предкамере; 2 – кривая давления в рабочей камере.

Градиент нарастания давления:

$$B = \frac{(2 - 0,1) \text{ МПа}}{0,122 \text{ рад}} = 15,6 \text{ МПа/рад.}$$

Вывод по влиянию давления нагнетания:

При уменьшении давления нагнетания с 6,3 до 2 МПа градиент нарастания давления значительно уменьшается, а также становятся незначительными колебания давления в рабочей камере насоса.

В результате исследования произведен выбор оптимальных параметров коммутационного процесса и разработана конструкция нового распределителя.

Библиографический список

В.Ю. Энгель, Каримова О.А. Теоретическое исследование влияния предкамеры на рабочие процессы пластинчатого насоса двукратного действия. Гидравлические машины, гидроприводы и гидропневмоавтоматика. Современное состояние и перспективы развития: сборник научных трудов 6-й Международной научно-технической конференции. – СПб: Изд-во Политехн. ун-та. -2010. С.227-228.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВКЛАДА ГИДРОМАШИНЫ В ОБЩИЙ УРОВЕНЬ ШУМА, СОЗДАВАЕМЫЙ УНИВЕРСАЛЬНЫМ ОДНОКОВШОВЫМ СТРОИТЕЛЬНЫМ ГИДРАВЛИЧЕСКИМ ЭКСКАВАТОРОМ

Л.Г. ПАСТУХОВА, В.Ю. ЭНГЕЛЬ, студ. К.А. СТЕПАНОВА

ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина»

В соответствии с операциями, выполняемыми строительно-дорожными машинами (СДМ) различают машины для подготовительных, земляных и укладочных работ, подъемно-транспортные машины и пр. К наиболее распространенным машинам, выполняющим указанные операции, относятся экскаваторы, автогрейдеры, погрузчики, краны, самоходные катки, бульдозеры.

В основном СДМ оборудованы дизельным приводом. Двигатель внутреннего сгорания (ДВС) может располагаться или под капотом, или в дизельном помещении. Основными источниками шума являются корпус ДВС (механический шум), а также выхлоп и всасывание ДВС (аэродинамический шум). Шум строительно-дорожных машин и тракторов могут также

производить гусеницы (создающие механический шум при передвижении), вентилятор охлаждения двигателя внутреннего сгорания (аэродинамический шум), элементы силовой передачи (механический шум), гидравлические насосы или гидромоторы (гидравлический шум).

Внешний шум машин зависит в основном от акустических характеристик и числа источников шума, а также от состава и эффективности применяемой шумозащиты.

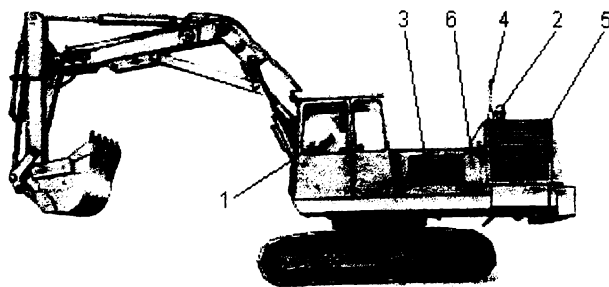


Рис. 1. Расчетная схема: 1 – кабина; 2 – впуск; 3 – капот для гидравлической системы; 4 – выпуск; 5 – капот ДВС; 6 – моторный отсек

Основные источники шума, которые учитываются в расчете: гидравлическая система (гидронасосы, расположенные под отдельным капотом); выпуск и всасывание двигателя внутреннего старания (ДВС); корпус ДВС и детали, расположенные в моторном отсеке (рис. 1).

Шум от гидравлической системы. Гидравлический шум проходит во внешнее поле через открытый проем капота, в котором расположены гидронасосы, шум корпуса ДВС – через стены капота и открытые проем в его нижней части; шум выпуска и всасывания – прямым путем.

Гидравлический шум, проникающий во внешнее поле через открытый проем капота, определяется по формуле:

$$L_{\text{кап.гидр}}^{\text{внеш}} = L_{W, \text{гидр}} + 10 \lg \frac{S_{\text{откр.пр.гидр}}}{S_{\text{кап.гидр}}} - 15 \lg R_{\text{кап.гидр}} - x, \quad (1)$$

где $L_{W, \text{гидр}}$ – уровень звуковой мощности, излучаемой гидронасосами (эти данные получены из [1]); $S_{\text{кап.гидр}}$ – площадь ограждений капота гидравлической системы, через которые проникает звук; $S_{\text{откр.пр.гидр}}$ – площадь открытого проема этого капота; $R_{\text{кап.гидр}}$ – расстояние от центра гидравлической системы до расчетной точки внешнего поля; x – числовая добавка, связанная с пространственным углом излучения (Ω) источника: $x = 10 \lg \Omega$. Эта добавка равна 11 дБ при $\Omega = 4\pi$ и 8 дБ при $\Omega = 2\pi$. Ω – пространственный угол излучения; $\Omega = 4\pi$, если звук излучается во все пространство; $\Omega = 2\pi$, если звук излучается в полупространство.

Результаты расчета шума по формуле (1) представлены в табл. 1.

Таблица 1

Расчет гидравлического шума, проникающего во внешнее поле

Выражения, входящие в формулу (1)	Октавные полосы со среднегеометрической частотой, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
$L_{W, \text{гидр}}$, дБ	76,1	76,1	91,8	90,6	92,4	84,6	74,9	70,8
$L_{\text{кап.гидр}}^{\text{внеш}}$, дБ	46,1	46,1	61,8	60,6	62,4	54,6	44,9	40,8

Шум, создаваемый ДВС. Шум от источников в моторном отсеке, проникающий во внешнее поле через панели ограждения капота, вычисляется по формуле:

$$L_{\text{кап.мотор.отс}}^{\text{внеш}} = L_{W, \text{сум}}^{\text{кап}} - 10 \lg \frac{\sum_{i=1}^m S_{\text{кап},i}}{\sum_{i=1}^m S_{\text{кап},i} \cdot 10^{0,1(3\text{И}_{\text{кап},i} + t_{\text{кап},i})}} + 10 \lg \frac{\sum_{i=1}^m S_{\text{кап},i}}{S_{\text{кап.общ}}} - 15 \lg R_{\text{кап}} - x, \quad (2)$$

где $L_{W, \text{сум}}^{\text{кап}}$ – уровень суммарной акустической мощности под капотом; $S_{\text{кап},i}$ и $3\text{И}_{\text{кап},i}$ – соответственно площадь и звукоизоляция i -й панели капота, через которую звук проникает в открытое пространство; m – число этих панелей; $t_{\text{кап},i}$ – добавка к звукоизоляции панелей капота в зависимости от их расположения по отношению к расчетной точке внешнего поля; $S_{\text{кап.общ}}$ – общая площадь ограждений капота; $R_{\text{кап}}$ – усредненное расстояние от панелей капота до расчетной точки внешнего поля.

Шум выпуска во внешнем поле определяется по формуле:

$$L_{\text{вып}}^{\text{внеш}} = L_{W, \text{вып}} - 20 \lg R_{\text{вып}} + \text{ПН}_{\text{вып}} - x_1, \quad (3)$$

где $L_{W, \text{вып}}$ – уровень звуковой мощности, излучаемой выпуском; $R_{\text{вып}}$ – расстояние от среза выпускной трубы до расчетной точки внешнего поля; $\text{ПН}_{\text{вып}}$ – показатель направленности выпуска.

Шум всасывания во внешнем поле находится по аналогичной формуле:

$$L_{\text{всас}}^{\text{внеш}} = L_{W, \text{всас}} - 20 \lg R_{\text{всас}} + \text{ПН}_{\text{всас}} - x_1 \quad (4)$$

с аналогичными обозначениями.

Шум моторного отсека, проникающий во внешнее поле через нижнюю панель капота, с учетом отражения от поверхности рассчитывается по формуле

$$L_{\text{ниж.пан.мот.отс}}^{\text{внш}} = L_{\text{всум}}^{\text{кап}} - 3I_{\text{ниж.пан}} + 10\lg \frac{S_{\text{ниж.пан}}}{S_{\text{кап}}} + 10\lg(1 - \alpha_3) - 20\lg h_{\text{мот.отс}}^2 + \left(\frac{R_{\text{мот.отс.внш}}}{2} \right)^2 - 14, \quad (5)$$

где $S_{\text{ниж.пан}}$ и $3I_{\text{ниж.пан}}$ – соответственно площадь и звукоизоляция нижней панели капота моторного отсека; α_3 – средний коэффициент звукопоглощения отражающей поверхности, на которой расположен экскаватор; $h_{\text{мот.отс}}$ – высота установки моторного отсека над отражающей поверхностью; $R_{\text{мот.отс.внш}}$ – усредненное расстояние между геометрическим центром моторного отсека и расчетной точкой внешнего поля.

Поэтапный расчет внешнего шума по формулам (2) – (5) отражен в табл. 2.

Таблица 2

Расчет внешнего шума, создаваемого ДВС

Выражения, входящие в формулы (2) – (5)	Октавные полосы со среднегеометрической частотой, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
$L_{\text{всум}}^{\text{кап}}$ (эксперимент), дБ	97,9	97,4	97,5	96,6	98,2	99,5	93,2	89,2
$L_{\text{кап.мот.отс}}^{\text{внш}}$ (формула (2)), дБ	61,9	59,8	58,3	56,6	56,4	56,2	50,1	44,5
$L_{\text{вып}}^{\text{внш}}$ (эксперимент), дБ	108,4	98,3	97	94,3	93,3	89,9	83,1	76,7
$L_{\text{вып}}^{\text{внш}}$ (формула (3)), дБ	76,7	66,6	65,3	62,6	61,6	58,2	51,4	45,0
$L_{\text{всас}}^{\text{внш}}$ (эксперимент), дБ	85,3	76,9	78,4	75,9	74,2	69,4	62,7	56,7
$L_{\text{всас}}^{\text{внш}}$, дБ	57,7	49,3	50,8	48,3	46,6	41,8	35,1	29,1
$3I_{\text{ниж.пан}}$	3,6	9,5	10,9	13	17,3	17,4	19,8	19
α_3	0,02	0,02	0,03	0,04	0,04	0,05	0,07	0,09
$10\lg(1 - \alpha_3)$, дБ	-0,1	-0,1	-0,13	-0,18	-0,2	-0,2	-0,3	-0,4
$L_{\text{ниж.пан.мот.отс}}^{\text{внш}}$, дБ	60,3	53,9	52,5	49,5	46,8	47,9	39,2	35,9

Таблица 3

Расчетный и экспериментальный спектры шума во внешнем поле

Источники излучения и каналы проникновения шума	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц								
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	УЗ, дБА
$L_{\text{кап.мот.отс}}^{\text{внш}}$	61,9	59,8	58,3	56,6	56,4	56,2	50,1	44,5	61,0
$L_{\text{ниж.пан.мот.отс}}^{\text{внш}}$	60,3	53,9	52,5	49,5	46,8	47,9	39,2	35,9	53,2
$L_{\text{кап.гидр}}^{\text{внш}}$	46,1	46,1	61,8	60,6	62,4	54,6	44,9	40,8	64,7
$L_{\text{вып}}^{\text{внш}}$	76,7	66,6	65,3	62,6	61,6	58,2	51,4	45,0	66,1
$L_{\text{всас}}^{\text{внш}}$	57,7	49,3	50,8	48,3	46,6	41,8	35,1	29,1	51,1
$L_{\text{сум.расч}}^{\text{внш}}$	77,0	67,7	67,7	65,5	65,7	61,6	54,5	48,8	69,4
$L_{\text{сум.экспер}}^{\text{внш}}$	80,9	68,4	67,6	66,5	66	63,5	57,4	53,4	70,2
$L_{\text{сум.расч}}^{\text{внш}} - L_{\text{сум.экспер}}^{\text{внш}}$	-3,9	-0,7	0,1	-1,0	-0,3	-1,9	-2,9	-4,6	-0,8

Спектр шума во внешнем поле. Суммарный расчетный спектр шума во внешнем поле от всех источников излучения на стоянке определен по следующей формуле:

$$L_{\text{сум}}^{\text{внш}} = 10\lg \left(10^{0,1L_{\text{кап.мот.отс}}^{\text{внш}}} + 10^{0,1L_{\text{ниж.пан.мот.отс}}^{\text{внш}}} + 10^{0,1L_{\text{кап.гидр}}^{\text{внш}}} + 10^{0,1L_{\text{вып}}^{\text{внш}}} + 10^{0,1L_{\text{всас}}^{\text{внш}}} \right); \quad (6)$$

Результаты расчета внешнего шума по формулам (1) – (6) и экспериментальный спектр приведены в табл. 3 и на рис.2.

Анализ вклада источников шума и рекомендации по его снижению. Результаты, приведенные в табл. 3 и на рис. 2, показывают, что шум выпуска с учетом направленности его излучения, составляет 66,1 дБА, шум гидронасосов, проникающий через верхний открытый проем капота, – 64,7 дБА, шум моторного отсека, проходящий через ограждения капота, – 61,0 дБА, а через нижнюю панель капота – 53,2 дБА, шум всасывания – 51,1 дБА. Общий уровень звука внешнего поля равен 69,4 дБА. Таким образом, можно отметить, что внешнее поле экскаватора формируется шумом выпуска, гидравлической системы и корпуса ДВС.

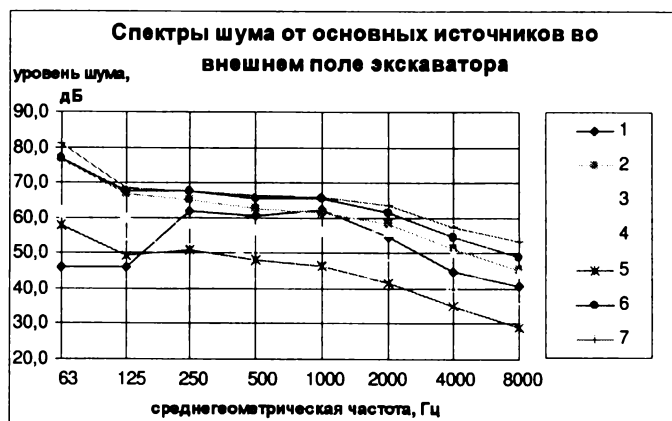


Рис. 2. Спектры шума от основных источников во внешнем поле экскаватора: 1 – гидравлическая система; 2 – выпуск; 3 – моторный отсек (через панели ограждения капота); 4 – моторный отсек (через нижний проем); 5 – всасывание; 6 – суммарный шум

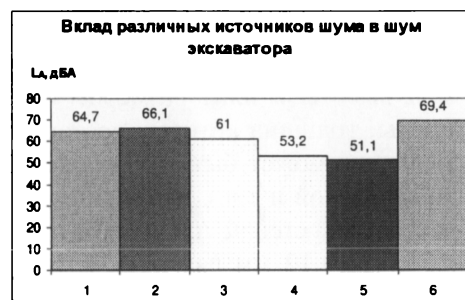


Рис. 3. Вклад различных источников шума с учетом каналов его проникновения во внешнее поле (рабочий режим): 1 – гидравлический отсек; 2 – выпуск; 3 – моторный отсек (через панели ограждения капота); 4 – моторный отсек (через нижний проем); 5 – всасывание; 6 – суммарный шум, полученный расчетом

Данные, приведенные на рис. 3, не только наглядно иллюстрируют картину шумообразования, но и позволяют разработать комплекс рекомендаций для снижения шума, а также определить численные требования к каждому элементу шумозащиты. При разработке шумозащиты принимается во внимание, что внешнее звуковое поле формируется тремя основными источниками (1-3 на рис. 3). Требования к элементам шумозащиты определяются с учетом законов сложения шума источников.

Так, например, для снижения внешнего шума на 5 дБА необходимо сделать следующее: установить глушитель шума на выпуске с дополнительной эффективностью 8 дБА (вклад шума выпуска снизится до 58,1 дБА); установить на гидронасосы капот с дополнительной эффективностью 8 дБА (вклад гидронасосов станет 56,7 дБА), а также увеличить эффективность звукоизолирующего капота моторного отсека на 4 дБА (вклад шума от моторного отсека уменьшится до 57 дБА). Суммируя новые УЗ источников 1-3 с вкладами источников 4 (53 дБА) и 5 (51 дБА), получаем около 63 дБА, т.е. снижение внешнего шума составило порядка 5,5 дБА.

Библиографический список

1. Отчёт о научно-исследовательской работе «Исследование перспективных и серийных конструкций гидромашин новыми методами с целью улучшения их эргономических показателей» (заключительный). Тема 33/83. № гос. рег. 01830070895. Книга III. НПО ВНИИСтройдормаш. -М.: 1985.- 286 с.

СОВРЕМЕННЫЕ СИСТЕМЫ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА БЕЗ РАЗВОДКИ ВОЗДУХОВОДОВ

П.В. УСТЬЯНЦЕВ, Е.А. МАЛЯР

ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина»

В проектах зарубежных офисных зданий такие системы распространены достаточно давно. В России делаются попытки внедрить подобные системы («Охта-центр» г. Санкт-Петербург, ММДЦ «Москва-сити», здание «Вальсирующая пара» г. Москва). Этот тип систем можно отнести к центральным системам кондиционирования. Принцип действия системы заключается в том, что центральный кондиционер подает воздух в пространство подвесного потолка или фальшпола. В покрытии фальшпола установлены воздухораспределители, через которые воздух выходит из-под пространства фальшпола или подвесного потолка в помещение.

Появление таких систем и широкое их распространение в иностранных проектах стало осуществимым благодаря появлению фальшполов и подвесных потолков. Это конструкции высокой плотности и с малым воздухопроницаем. Однако потолки более дороги, чем полы, и такие системы менее распространены. При подаче воздуха из-под фальшпола, при